Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XIV.

Petrographie der Gerölle aus den pannonischen Schottern von Lassnitzhöhe, speziell Grube Griessl

(Fortsetzung und Schluß)

Von JOSEF HANSELMAYER, Graz

Mit 4 Textabbildungen und 2 Tafeln

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. Juni 1960)

I. Einleitung

Einen ersten Einblick in die Petrographie dieses pannonischen Schotterkomplexes gab eine bereits veröffentlichte Studie (HANSELMAYER 1959). Zunächst wurde darnach gestrebt, die unterschiedlichen Gesteinstypen systematisch-physiographisch zu erfassen. Eine Bestimmung ihrer systematischen Stellung war ohne

besondere Hilfsmittel (z. B. Mikroskop) ohne weiteres bei den Restquarzen, Gneisen und Pegmatiten möglich, welche daher zurückgestellt werden konnten. Es hat sich gezeigt, daß Gesteinstypen in größerer Mannigfaltigkeit vorliegen, und zwar granitische Gesteine, Antigoritite, Paraamphibolit, Quarzite, Lydite und Phthanite, Porphyroide, Breschen und Konglomerate z. T. aus Werfener Schichten, z. T. aus „Semmeringquarzit"-Schichtkomplexen, Sandsteine, Karbonatgesteine (Kalksteine und kristalline Kalke) und Hornsteine. Über mitvorkommende Quarzporphyre siehe HANSELMAYER 1958.

II. Petrographische Zusammensetzung einer Probe aus dem oberen Schotterprofil

Aus den Schotterlagen oberhalb der Sicherungsterrasse wurden 200 Gerölle mit Ø über 1 cm aus $^1/_2$ m² Bruchwand entnommen.

	Stück	Gewicht in g	Stück-%	Gew.-%
Granit, feinkörnig, gneisig	1	100	0,5	2,9
Aplite, sehr feinkörnig	3	80	1,5	2,3
Pegmatite, großteils schriftgranitisch, einige Turmalin-führend	29	510	14,5	14,5
Aplitgneise und Streifengneise, alle in den Geröllen hell erscheinend, erst mittels Bruch zu gliedern, inklusive 4 Geschiebeleichen............................	16	275	8,0	7,8
Typische Kristallinquarzite, z. T. Glimmerquarzite, meist graugelb, gelbbraun....	19	440	9,5	12,6
Quarzite, hellgrünlich, feldspatführend wie aus Grauwackenzone oder ähnlich Fischbacher-Quarziten	2	20	1,0	0,6
Lydite	7	110	3,5	3,1
Phthanit	1	25	0,5	0,7
Quarzporphyre, braunrot, graubraun.....	2	25	1,0	0,7
Hornsteine, schwarz, lebhaft glänzend und rotbraun, matt	2	18	1,0	0,5
Sandsteine, grauwackig, Korn teils über, teils unter 1 mm	16	375	8,0	10,8
Werfener Sandsteine, düster rot, rotgrau ..	3	45	1,5	1,3
Milchquarze	26	320	13,0	9,1
Gelbquarze	34	645	17,0	18,4
Restquarze, graufleckig bis graublau und blaugrau	39	515	19,5	14,7
	200	3503	100,0	100,0

Die drei Gruppen der Restquarze, insgesamt 49,5 Stück-% und 42,2 Gew.-%, stammen aus Quarzgängen und Segregationen in Schiefern. Mehrere Pegmatite haben auffallenderweise schriftgranitische Texturen, welche so fein sind, daß sie gerade noch mittels Lupe erkannt werden können. Das Anstehende zu diesen feinstruierten schriftgranitischen Formen ist nicht bekannt.

III. Bemerkungen zur Morphologie der Gerölle

1. Allgemeine Formenkennzeichnung

Die Gestaltungen sind außerordentlich mannigfaltig, welche Tatsache an den großen Geröllen besonders auffällig in Erscheinung tritt. Man findet:

a) Windkanter, welche durch nachherigen Wassertransport in Schottern deformiert worden sind, z. B. Gr. 24, Gr. 24 bedeutet die Nummer von Belegstück und Dünnschliff (Gr. = Grießl), ferner

b) gewöhnliche Gerölle mit knödeligen oder ballförmigen Umrissen, z. B. Gr. 35, 37, 40, weiters

c) Walzengerölle von ziemlich plumper Form, z. B. Gr.21, 41, 46 und

d) flache Geschiebe, bei denen die Großflächen entweder paarweise parallel auftreten (Gr. 45), oder nur eine Fläche stark entwickelt ist und im übrigen der Zuschnitt flach-keilförmig erscheint (Gr. 26).

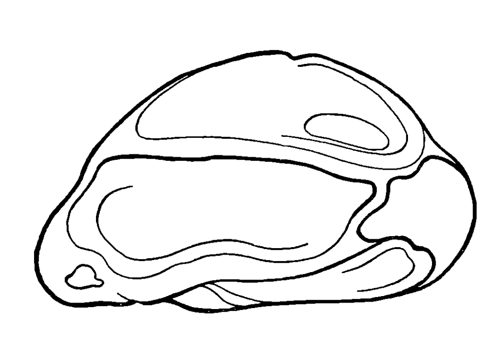


Abb. 1: Dunkelgrauvioletter granophyrischer Quarzporphyr, Gr. 16

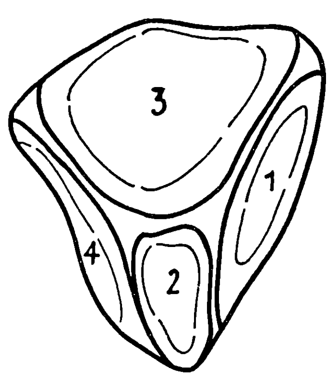


Abb. 2: Feldspatführender Serizit-Quarzit, Gr. 24

Abb. 1: Ursprünglicher Windkanter, durch spätere Bewegung im Schotter kantengerundet. 115 × 62 × 56 mm, 46,2 dkg. Man sieht einige der acht Facetten mit tellerförmigen Eintiefungen. Physiographie siehe HANSELMAYER 1958: 469. Nach der Natur gezeichnet: J. HANSELMAYER.

Abb. 2. Typischer Windkanter, durch Wassertransport etwas kantengerundet. Begrenzung durch sieben, mehr oder minder tellerförmig eingetiefte Facetten. 61 × 42 × 34 mm. Nach der Natur gezeichnet: J. HANSELMAYER.

Feldspatführender Serizitquarzit, Gr. 24

Wachsgelb, mit weißen Sprenkeln unter 1 mm, stets in die Oberfläche des Musters eingetieft.

U. d. M. sieht man ein ungleichkörniges Quarzgewebe. Die größeren Körner, Ø bis 0,6 mm, sind Zahnquarze, in „s" gelängt, die kleineren haben Ø bis herunter auf 0,03 mm. Der Serizit, unter 3 Vol.-%, bildet nirgends durchgängige Lagen, sondern markiert in lockerer Verteilung „s"-Flächen. Die auffallend weißen Sprenkel am Handstück sind die Spuren der im Dünnschliff sichtbaren, teilweise kaolinisierten Feldspäte (Lichtbrechung schwächer als Quarz, K-Na-Feldspat, flauer Perthit), Ø bis 0,3—0,6 mm, stellenweise bis zu 10 Vol.-%. Limonit verursacht die Gelbfärbung. Selten Zirkon.

Bemerkenswert ist das Auftreten von Quarzgeröllen mit zahlreichen kleinen Hohlräumen, aus denen offenbar etwas ausgelaugt worden ist. Mangels an Rückständen ist vorläufig eine Aussage über deren ehemaligen Inhalt nicht möglich. Es könnte sich um Karbonat oder um Feldspat handeln.

2. Morphometrische Untersuchungen

Zwecks Charakterisierung der petrographisch studierten gröberen Sedimente wurden die Quarz- und die Kalkgerölle morphometrisch nach folgenden zwei Methoden erfaßt:

a) Die drei Hauptachsen a, b, c wurden von je 100 Geröllen bzw. Geschieben der gröbsten Fraktion gemessen und im ZINNGschen Quadrat (ZINNG 1935) dargestellt. Da $a > b > c$ ist, liegen die erhaltenen Werte zwischen 0 und 1. Die Anteile an den vier Formenklassen (kugelig, plattig, flachprismatisch, ellipsoidisch) sind im Diagramm veranschaulicht. Kalke: Die Grenzwerte der vier Geröllformtypen hat ZINNG ganz allgemein mit 0,667 angegeben. In vorliegendem Falle ergaben sich folgende Mittelwerte:

$b/a = 0{,}748$ $c/b = 0{,}405$

Darstellung der Geröllformen im Quadrat nach ZINNG

Schottergrube GRIESSL, Laßnitzhöhe bei Graz

KALKGERÖLLE:

Medianwerte:

b/a = 0,748

c/b = 0,405

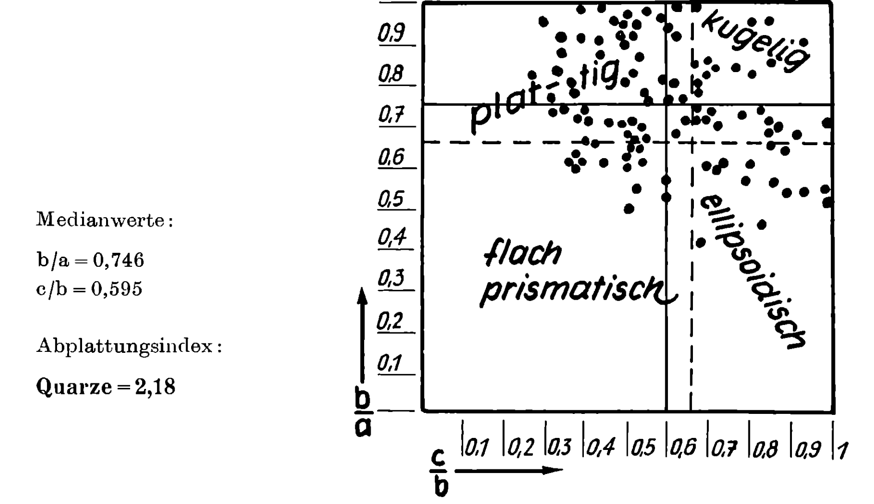
Abplattungsindex:

Kalke = 3,54

a = größter Durchmesser

b = Breite, gemessen senkrecht zu a

c = Dicke, gemessen senkrecht zur Ebene ab



Medianwerte:

b/a = 0,746

c/b = 0,595

Abplattungsindex:

Quarze = 2,18

Die mittlere Geröllform der Kalke ist somit plattig. Nur vereinzelt sieht man auch kugelig-gerundete Formen. Das Vorherrschen der Geschiebe fiel schon beim Aufsammeln auf.

Quarze: b/a = 0,746 c/b = 0,595

b) Abplattungsindex nach CAILLEUX, 1952 = (a + b) : 2c

Kalke . . = 3,54

Restquarze = 2,18

IV. Ergebnis der Siebanalysen

Da im Gesamtprofil deutlich drei Horizonte zu unterscheiden sind, wurden aus jedem dieser Sedimentstöße Proben für Siebanalysen bzw. für Schlämmanalysen entnommen.

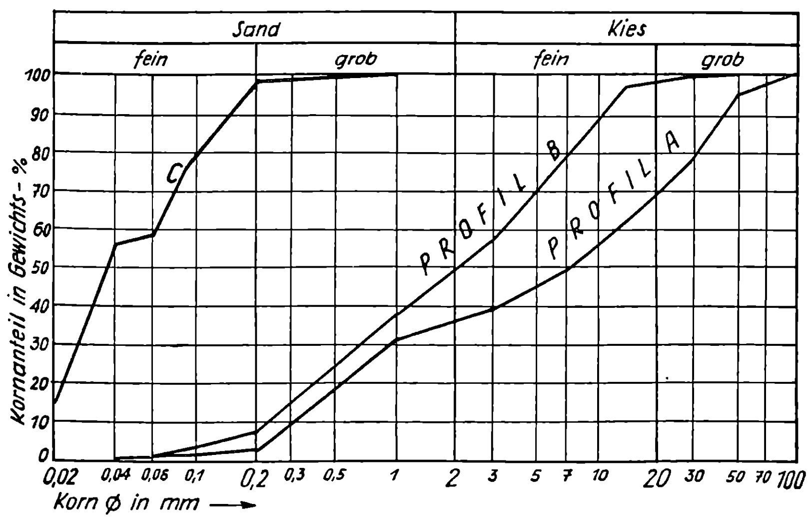
Profil A: Aus der Hauptfront unterhalb der Sicherungsterrasse gelangten 146,44 kg Material zur Untersuchung. Das ist die Lage mit gröberen Schottern, Geröll-Ø bis über 10 cm.

Profil B: Aus der Hauptfront über der Sicherungsterrasse, hangend vom Profil A, feinere Schotter, Geröll-Ø überwiegend um 1 cm, manchmal bis 3 cm, selten über 3 cm. Materialmenge = 35,6 kg.

Profil C: Da diese „Lehm"-Haube nicht einheitliche Körnung zeigt, wurden drei Proben untersucht.

Körnungsverteilung

Sedimente aus der Schottergrube GRIESSL, Laßnitzhöhe



Die Körnungsverteilungsanalyse führte Doz. Dr. O. BLÜMEL an der Techn. Versuchs- und Forschungsanstalt der Techn. Hochschule in Graz durch. Für die Bekanntgabe der Ergebnisse danke ich dem Genannten herzlich.

Methode: Das Material wurde getrocknet und dann gesiebt. Für Korngrößen über 1 mm wurden Lochsiebe, für solche unter 1 mm Maschensiebe verwendet.

Grobe Klassierung in Gruppen:

	Profil A	Profil B	
Bis 0,2 mm	3,2 Gew.-%	7,6 Gew.-%	Feines
0,2— 3,0 mm	36,2 Gew.-%	49,9 Gew.%-	Sand
3,0—30,0 mm	41,0 Gew.-%	42,0 Gew.-%	Kies
über 30,0 mm	19,6 Gew.-%	0,5 Gew.-%	Grobschotter
	100,0 Gew.-%	100,0 Gew.-%	

Die in der Tabelle ausgewiesenen Gruppen von Kornklassen vermitteln ein gutes Bild der Schotter, wie man sie in der Schottergrube sieht. Die gröberen Komponenten der Klassen Kies und Grobschotter liegen in einer recht reichlich sandigen Packung, während „Feines" (mit Ø unter 0,2 mm) nur in einem sehr geringen Prozentsatz vorhanden ist. Im allgemeinen ist man geneigt, den Geröllanteil zu über- und die Menge der Packung zu unterschätzen.

Die zahlreichsten Korngrößenanalysen solcher feinen Ablagerungen, wie sie im Profil C liegen, findet man bei HAUSER 1952, 1954. Er unterscheidet Windablagerungen und Terrassenlehme. Erstere sind in der näheren Umgebung von Graz kaum vertreten, bei HAUSER nur mit einer einzigen Kornanalyse (S. 11, 1954) belegt: Vorkommen am W-Hang unterhalb der Kirche von Straßengel. Ein Vergleich läßt sich daher nicht durchführen. Hingegen erlauben die serienweise vorgeführten Korngrößenanalysen von feinen Terrassensedimenten aus dem Diluvium und Jungpliozän die Frage, welche sedimentologische Stellung der in der Grube GRIESSL vorkommende „Lehm" gegenüber den HAUSERschen Gruppen hat.

Ganz allgemein zeigt sich, daß in den von HAUSER untersuchten vergleichbaren Lehmen die Fraktion unter 0,02 mm meist über die Hälfte ausmacht, ja auch $^2/_3$ überschreitet. Speziell bei den pannonischen Lehmen, Tonen und Mergeln (S. 11) betragen die bezüglichen Werte zwischen 43,2 und 61,7 Gew.-%, wobei die Werte bei 5 von 12 untersuchten Proben über 60% liegen. Demgegenüber ist der verblüffend kleine Feinstanteil unserer Probe

aus dem Profil C mit 14,5% unterscheidend. Deshalb wäre dieses untersuchte Sediment aus der Schotterbruchhaube GRIESSL nicht als Lehm zu klassifizieren, sondern als „lehmiger Feinsand" (siehe Diagramm).

Außerdem wurden noch folgende zwei Proben aus dem Profil C untersucht:

Schlämmanalysen

„Lehm"-Haube, Schottergrube GRIESSL, Laßnitzhöhe

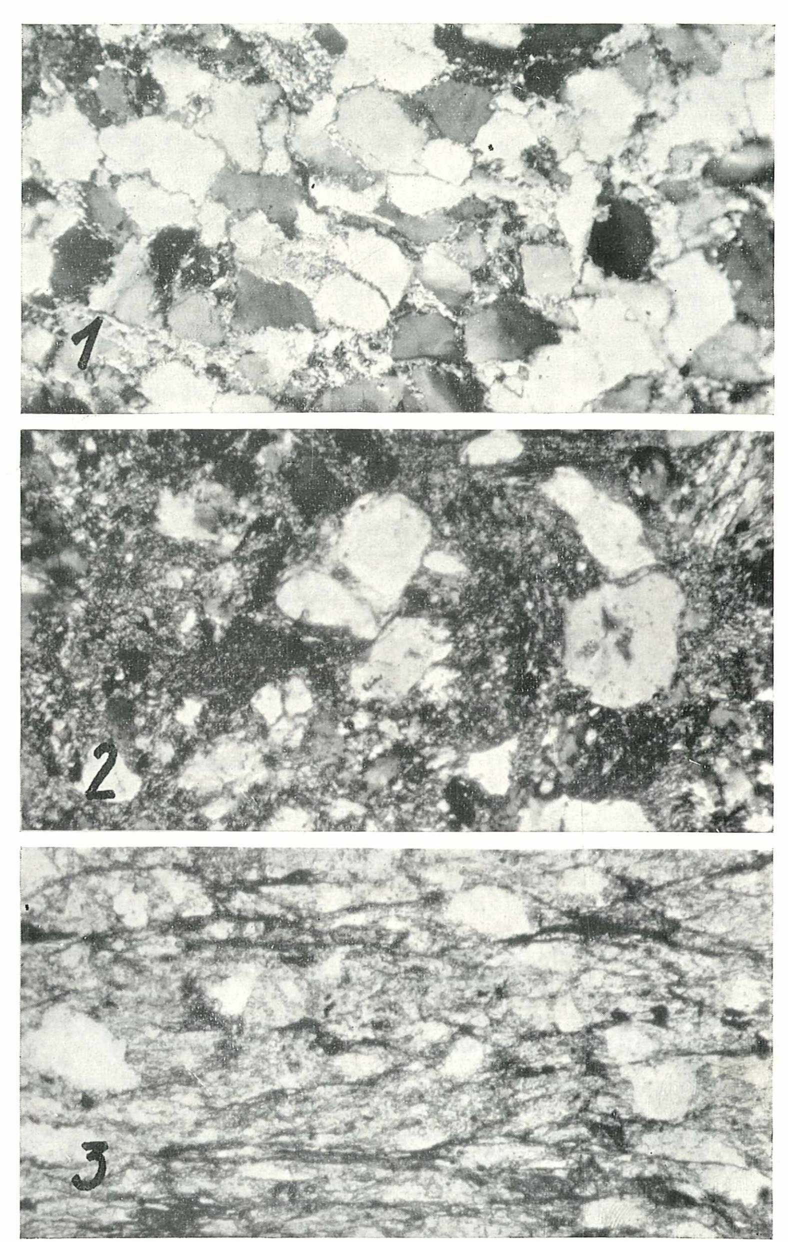
Korn-Ø:	I	II
Fraktion über 0,2 mm	7,5%	4,3%
0,20—0,05 mm	75,0%	60,5%
0,05—0,02 mm	10,4%	15,7%
0,02—0,01 mm	2,6%	8,6%
unter 0,01 mm	4,5%	10,9%
	100,0%	100,0%

V. Petrographische Zusammensetzung der gröberen Schotterfraktionen

Profil A

1. Gröbste Fraktion über 5 cm

	Stück	Gew.-%	
Gneisgranit, Gr. 36, Orthoklasgranit. Gr. 42	2	5,9	
Granitisch-körniger Pegmatit	1	4,1	16,1
Schriftgranitischer Muskowit-Pegmatit	1	5,0	
Turmalin-(Schörl-)Pegmatit	1	2,9	
Pegmatit-Mylonit	1	4,1	
Gneis, feinstreifig, körnig, zart hellgrau	1	3,2	
Antigoritit, Gr. 48	1	2,5	
Glimmerquarzite	2	8,3	27,5
Quarzite	3	11,4	
Graphitführender Quarzit mit akzess. Schörl	1	7,8	
Grauwackensandsteine und andere Sandsteine, Gr. 26, 29, 39	5	16,5	
Feinkonglomeratischer „Semmeringquarzit", hellapfelgrün	1	2,8	8,4
Gröber konglomeratischer Vertreter wie aus der Semmeringquarzitserie, grün.........................	1	3,1	
Feinkörniger, hellgrüner „Semmeringquarzit" mit einem 1 cm mächtigen Quarz-Karbonat-Lagergang u. schwacher Pyritführung.......	1	2,5	
Restquarze	6	19,9	
	28	100,0	


1
2
3

Erklärung zu Tafel 1.

Muster typischer, verschiedener Sandsteingefüge. Gerölle aus dem Schotterbruch GRIESSL, Lassnitzhöhe, Steiermark. Zum Vergleich:

Abb. 1. Hellgrauer Sandstein mit sehr wenig Fugenzement. Gr. 39. Größtes Korn im Bild: Ø = 0,16 mm.

Abb. 2. Grauwackiger, graurosa Sandstein mit viel Zement. Gr. 17. Größtes Korn: Ø = 0,35 mm.

Abb. 3. Grauer, deutlich feinschiefriger Grauwacken-Sandstein. Gr. 15. Größtes Korn: Ø = 0,28 mm. Die Gliederung in Zement und Sandfraktion ist trotz der Schieferung klar erkennbar.

2. Gerölle und Geschiebe mit 3 bis 5 cm Ø:

	Stück	Gew.-%	
Granite, kataklastischer Gneisgranit, Gr. 50 und Granitmylonit, Gr. 62	8	3,0	
Schriftgranitische Pegmatite	13	5,2	
Turmalin-(Schörl-)Pegmatite	2	0,8	
Pegmatittrümmer, nicht schriftgranitisch, z. T. schiefrig	11	3,3	9,6
Aberante Pegmatite	1	0,3	
Gneise, feste, migmatische	36	9,6	10,6
Gneise, mürbe, feinkörnig	8	1,0	
Paraamphibolit, hell, Gr. 61	1	0,5	
Quarzite, Altkristallin, Glimmerquarzite, Gr. 65	17	6,1	9,9
Quarzite, paläozoisch	15	3,8	
Lydite und Phthanite, darunter Gr. 51	7	2,1	
Quarzporphyr, Gr. 54	1	0,7	1,1
Quarzporphyre, Übergang zu Porphyroiden, Gr. 63, 64	2	0,4	
Grundkonglomerat	7	2,1	
Grauwackensandsteine und Subgrauwacke	11	2,7	
Werfener Sandstein, violett, rot, rotgrau	4	1,9	
Kalke, Gr. 70, 73, 74, dolomitischer Kalk, Gr. 71, Hornsteinkalk, Gr. 55	45	12,9	
Hornstein, Gr. 10	1	0,4	
Bresche, wahrscheinlich Gosau, Gr. 60	1	0,2	
Restquarze	140	43,0	
	331	100,0	

3. Gerölle und Geschiebe mit 1 bis 3 cm Ø:

	Stück	Gew.-%
Granite	12	0,67
Pegmatite	146	9,17
Gneise	183	9,49
Antigoritit	1	0,06
Epidosite	3	0,21
Quarzite, Altkristallin	165	11,01
Quarzite, paläozoisch	92	5,04
Phthanite, Lydite	59	2,58
Sandsteine	61	3,58
Mergel	4	0,10
Porphyroide	6	0,21
Kalke	270	13,26
Hornsteine	6	0,50
Restquarze	785	44,12
	1793	100,0

Als allgemeines Ergebnis läßt sich aus dem Studium der drei untersuchten Fraktionen kurz folgendes feststellen: In allen drei Fraktionen sind die sogenannten Grüngesteine sowohl in der Artenzahl als auch in den Prozentsätzen sehr spärlich vertreten. Die mit solchen Grüngesteinen gehenden Kristallinen Schiefer kommen ebenfalls in ärmlicher Auswahl vor (Epidosite, eventuell anzuschließen Paraamphibolit). Recht reichlich erscheinen nicht nur Restquarze und Quarzite, welche zusammen 50 bis 60% (in der Reihenfolge größte zu den kleinen Fraktionen: 47,4:52,9:60,2%) ausmachen, sondern auch noch granitische Gesteine, Pegmatite und migmatische Gneise. Die Verteilung der Phthanite, Lydite und Hornsteine ist auch eine recht bezeichnende. Die Prozentsätze sind zwar gering, aber diese Gesteine fallen ja auf. Werfener Sandsteine und „Semmeringquarzite" in mehreren Abarten werden immer wieder, und zwar in allen drei Fraktionen, angetroffen. Quarzporphyre und Porphyroide fehlten in der gröbsten Fraktion, waren aber in der Mittel- und auch in der feineren Probe vertreten.

Interessant ist der völlige Mangel an Kalken in der Grobfraktion und ihre stärkere Vertretung in den beiden feineren Fraktionen. Dieses Fehlen ist aber wohl nicht einem Zufall zuzuschreiben, sondern besteht tatsächlich. Auffallend erscheint der Mangel an Eklogiten, Amphiboliten, Koralpen-Gneisen sowie an Diabasen, ferner an Dolomiten (welche im Grazer Paläozoikum so gut vertreten sind) und an hochkristallinen Marmoren, obwohl Kalke auftraten.

Profil B

I. Gröbste Fraktion mit Ø über 30 mm

Diese Fraktion hat nur einen Vertreter. Geschiebe: 64 × 47 × 28 bzw. 9 mm (keilförmig). Makroskopisch sieht man flache Flasern (in s verlaufend, in wechselnden, aber stets nur mm-Abständen) von schwach rauchgrauem Quarz. Weiters sind durch Limonit etwas angefärbte, trübweise, feinstkörnige, feldspatreiche Lagen vorhanden. Keine sichtbaren dunklen Gemengteile.

U. d. M. sieht man Quarz und ebensoviel Feldspat. Herrschend ist ein kryptoperthitischer Orthoklas, kein Mikroklin, daneben Albit bis saurer Oligoklas. Hin und wieder treten auch zum Teil chloritisierte Biotitschuppen auf. Es handelt sich demnach um einen scharf durchbewegten, ausgeheilten, ehemaligen schriftgranitischen Pegmatit.

Solche Biotit-führenden pegmatitischen Gänge enthält z. B. das Radegunder Kristallin, während sie aus dem Gleinalpen-Kristallin nicht beschrieben worden sind.

2. Fraktion: Gerölle und Geschiebe mit ⌀ zwischen 15 und 30 mm

	Stück	Gew.-%
Pegmatite, darunter auch schriftgranitische Typen	12	10,2
Sehr helle, wechselnd feldspatreiche und wechselnd feinlagige Gneisgranite bzw. Gneise	26	26,1
Lydite, Kieselschiefer	3	2,9
Konglomerate mit vorwiegend quarzigen Komponenten, hellen Farben, sehr wenig Bindemittel	11	10,2
Restquarze	53	50,6
	105	100,0

Das ist eine so auffallend uniforme Auslese, daß auf einen weiten Transportweg geschlossen werden muß, auf dem alle weicheren bunten Elemente durch Zermahlung ausgeschaltet wurden. Auch andere weichere Gesteine (Serizitporphyroide, einige Sandsteintypen u. a.) kommen nicht mehr vor. Alle dunklen Gesteine, auch die harten, fehlen, ebenso die Karbonatgesteine.

3. Fraktion: ⌀ von 7 bis 15 mm

Der Gesteinsbestand dieser zahlenmäßig großen Fraktion (rund 3500 Individuen) ist im wesentlichen derselbe wie in obiger zweiter Fraktion. Die lichten Gerölle herrschen weitaus vor, Lydite sind in etwas größerer Zahl vertreten wie oben, Hornsteine selten. Quarzporphyr- und Porphyroid-Gerölle sind äußerst selten, denn es wurden nur zwei Geröllchen von Porphyroid ausgelesen, was prozentuell (0,06%) gar nicht zur Bedeutung kommt. Wieder fehlen Eklogite, Amphibolite, Diabase, Ultrabasite und deren Metamorpha, ebenso Karbonatgesteine, ferner durch ihren Gehalt an dunklen Gemengteilen als intermediär zu bezeichnende Gesteine. Die Auslese ist wiederum sehr streng.

Profil C

Die Petrographie dieser Feinsedimente wurde nicht näher studiert. Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen scheinen auf S. 326 und im Schaubild auf.

VI. Systematik des über den ganzen Aufschlußbereich erfaßten Gesteinsbestandes aus allen Beobachtungen

(Siebanalysen, Entnahme und Beobachtung an Ort, Aufsammlung besonderer Lesestücke).

1. Granite und aplitische Formen

a) Orthoklasgranit.

b) Kataklastische bis mylonitische Formen.

Bezüglich dieser Gesteine, aber auch der folgenden, wird auf HANSELMAYER 1959 verwiesen, wo die einzelnen Typen eingehend bearbeitet wurden.

2. Pegmatite, Gneispegmatit, pegmatitischer Phyllonit

Unter den Pegmatiten gibt es:

a) Schriftgranitische Typen.

b) Turmalinpegmatite. An einem Geröll reichlich Schörl-Querschnitte (ditrigonal) mit ⌀ um 1 cm.

c) Schieferige, nicht schriftgranitische Pegmatittrümmer.

d) Ein aberanter Typus nicht schriftgranitischer Struktur mit verhältnismäßig gut ausgebildeten, weißen, stärker umgesetzten Feldspäten, welche aus dem gelblich angefärbten Quarz herausgewittert sind.

e) Gneispegmatit, weiß, nur ein Muster mit sehr kleinen, schwach verrotteten Granaten. Die dunklen Flecken sind Ausscheidungen von Verwitterungslösungen, hauptsächlich Fe-Oxyde bzw. Fe-Hydroxyde.

f) Pegmatitischer Phyllonit. Flaches Geschiebe, weiß mit graugrüner Nachzeichnung der zerfetzten Glimmer als durchgehende Flasern aus sehr feinen Schuppen.

3. Gneise

a) Migmatische Gneise. Man kann nach der Feinheit der Zeichnung und des Kornes, eventuell auch nach der Färbung unterteilen:

Relativ grobstreifige Gneise mit viel Quarz und dünnen feldspatreichen Lagen dazwischen, ohne viel Glimmer.

Undeutlich streifige Gneise mit sehr viel Feldspat und etwas mehr feinschuppig verteiltem Biotit.

Feinstreifige Gneise, aschgrau infolge höherer Beträge an Biotitfetzchen im feinstlagigen Gewebe.

b) Mürbe, feinkörnige Gneise mit folgenden Kennzeichen: Strenge Geschiebeform, dünnplattig (4 bis 12 mm).

Mittleres bis kleines Format: Z. B. 46 × 40 × 8 mm, oder 44 × 32 × 12 mm und kleiner.

Millimeter dicke helle Rinde (Auslaugung). Im Innern reiche ocker- oder graugelbe Anfärbung durch Eisenhydroxyde. Helle, weißliche Farben.

Mürbe Beschaffenheit, durch starke Zersetzung, aufgelockert durch Kataklase.

Diese mürben Formen schließen sich z. T. an die granitisch-aplitischen Gneise an, z. T. an die migmatischen. Sie unterscheiden sich von den Letztgenannten nur durch die Gefügeauflockerung und damit einhergehende Auslaugung zumindest der Rinde, welche dadurch hellere Farben bekommt als ihr von Natur aus zukommen würde. Erwähnt sei noch, daß diese Formen immer kleineres Format haben als ihre Verwandten mit festem Gefüge.

c) Injektionsgneise, selten pegmatitische Injektion, in einem Granatbiotitglimmerschiefer.

Wieso Augengneise, wie sie z. B. auf der Gleinalpe vorkommen, im gegenwärtigen Aufschlußbereich fehlen, ist derzeit nicht erklärbar.

4. Quarzporphyre und Porphyroide

Wie im gesamten untersuchten Schottergebiet von Lassnitzhöhe sind auch in der Schottergrube Griessl die Quarzporphyre gar nicht selten zu finden. Sie sind aber nicht gleichmäßig durch die ganze Mächtigkeit des Profiles verteilt, sondern häufiger in den unteren (etwa 2 m) Lagen des Profiles A. Wo sie im Profil B lokalisiert sind, war nicht festgestellt worden. Die Farben der frischen Anbrüche erscheinen rot, braunrot, gelbbraun, schwarzbraun und rotviolett. Graue Formen wurden vermißt. Die Einzelbeschreibungen dieser besonders interessanten Gesteinstypen sind in Hanselmayer 1958 ersichtlich.

Den Anteil an Porphyroiden festzustellen war dadurch sehr erschwert, daß diese Gesteine in den Schottern von Lassnitzhöhe gar nicht das charakteristische Aussehen haben, wie z. B. in der Obersteiermark. Erst die Geröllunteruchungen ließen Porphyroide in ganz unscheinbarem Gewande feststellen, siehe Hanselmayer 1959. Daher ist ihr Anteil vielleicht doch etwas größer, als es bisher den Anschein hatte.

5. Antigoritite

Wegen ihrer Gefügefeinheit in Verbindung mit der Seltenheit und der relativen Geröllkleinheit waren die Antigoritite ebenfalls nicht schon im Gelände bestimmbar.

Es fiel auf, daß neben dieser Ultrabasit-Vertretung amphibolitische Glieder fehlten.

6. Paraamphibolit

Der einzige Vertreter dieser Gesteine war ein Hornblende-Klinozoisit-Plagioklas-Quarzit.

7. Epidosite

Hellgelbgrüne, feinschieferige Gerölle, sehr feinkörnig, mit Längen bis 54 mm, verhältnismäßig selten.

8. Kristallinquarzite

Sie waren als Glimmerquarzite, Graphitquarzite und Granatquarzite schon mit freiem Auge und Lupe zu erkennen. Die Physiographie verschiedener Quarzittypen ist aus Hanselmayer 1959 zu ersehen.

9. Kieselschiefer, Phthanite, Lydite, Hornsteine

Organismisch gebildete Kieselgesteine (i. S. Carozzi) wurden mit folgenden Typen beobachtet und ebenfalls leicht mittels Augenschein und Lupe unterschieden: Lydite, Phthanite, Hornsteine. Selten Kieselschiefer.

10. Grauwackenquarzite

Diese Gesteine ließen sich ebenfalls schon an Ort in der Gesteinstracht und durch Beobachtung mit der Lupe als eigene Gruppe erkennen: Sie sind feinkörniger als die Altkristallin-Quarzite, haben grüne bis grüngraue, ziemlich helle Farben, ohne erkennbar graphitisches Pigment, flaserig oder lagig, je nach Glimmerbeimengung, welche nie sehr hoch wird. Von den „Semmering-Quarziten" sind sie in Tracht, Körnung und Farbe auch leicht abzutrennen.

11. „Semmering"-Konglomerate und Sandsteine

Das sind graue, grauviolette oder feinscheckige, z. T. auch rote oder grüne Feinkonglomerat-Sandsteine. Die Geröllchen darin sind überwiegend nur wenige Millimeter groß, haben aber auch ø bis zu 3 cm und stecken in einem feinsandigen Grundzement.

Unter den Geröllchen waren erkennbar Quarze, Lydite und Sandsteine. Im Grundzement befindet sich neben dem Quarzsand feiner Glimmer. Für die Grünfärbung ist der Serizit und wohl auch etwas Chlorit zuständig.

12. Permo-triadische, grauwackige Sandsteine

Diese sind feinsandig, von gleicher Farbe und im wesentlichen auch von gleichem Kornbestand wie die konglomeratischen Sandsteine. Auch hier sieht man gelegentlich noch Lyditbrösel, aber auch weiße Feldspatbrösel als sandige Komponenten. Als Beispiel vergleiche Gr. 53, Hanselmayer 1959. Der Anteil von rotpigmentierten Formen ist unter den untersuchten Geröllen bei Griessl auffallenderweise recht gering.

In einem Vertreter konnten auch Diabasbrösel mit typisch düster roter Pigmentierung wie in den Straßganger Diabastuffen Hanselmayer 1958, 1960, beobachtet werden (Gr. 58).

13. Kalke und Marmore

Grobkristalline Marmore fehlten, aber kristalline Kalke wurden doch auch neben der weit vorherrschenden Zahl von dichten Kalksteinen beobachtet, zu welch letzteren sich auch Hornsteinkalke gesellten. Bezüglich einzelner interessanter Formen sei auf Hanselmayer 1959 verwiesen. Lokales Fehlen von Kalken vgl. hier S. 320 und Hanselmayer 1959 S. 793.

14. Restquarzgerölle

Die Restquarzgerölle sind petrographisch unterscheidbar, sowohl nach Korngröße als auch nach der Pigmentierung, so daß man in der Lage ist, ungefähr ihre Herkunft aus bestimmten Gesteinsserien aussprechen zu können. In dieser Beziehung unterscheiden sich die Gangquarzfelse aus paläozoischen und grauwackigen Schiefern von denen des Hochkristallins. Die einen sind meistens bunt, grau, rot, gelb, auch blaugrau, fleckig, die anderen oft sehr reine Milchquarzfelse oder durchscheinende Quarzfelse.

VII. Herkunftsfragen und Vergleiche

Eine Vorstellung von den Schwierigkeiten, welche der Lösung von Herkunftsfragen entgegenstehen, bekommt man am besten bei Betrachtung der bei Winkler 1957 abgebildeten pannonischen Gebirgs- und Talnetzlandschaften, z. B. Abb. 24, aber auch

Abb. 18, 20, 23, 29. In diesem Talnetz gibt es W-O, N-S, NW-SO, SW-NO und NNO-SSW gerichtete Gerinne. Es kommt daher sehr darauf an, an welchem Ort sich die untersuchten Schotter befinden, wenn man die Studienergebnisse dazu benützen will, um daraus Schlüsse auf Wasserlaufrichtungen zu ziehen und damit Herkunftsfragen näher zu treten.

Aus der Literatur, die speziell das bearbeitete Schottergebiet von Lassnitzhöhe betrifft, sind folgende Äußerungen zu verzeichnen:

HILBER, 1893, S. 345: „Keinen anderen Ursprung, als durch den Gratwein-Straßengler Durchlaß von den Alpen her können auch die Schotter um St. Stefan und Schattleiten haben, über welche Punkte dann die Füllung des öfter genannten Viereckes im Osten von Graz vor sich gegangen sein muß. Untergeordnete Beimischungen von Schottern stammen aus den Devonbergen und aus dem Schöckelgebiet".

Anm.: Viereck = Graz-Albersdorf bei Kumberg-St. Margarethen an der Raab-Messendorf (Graz SO).

S. 346: „Man könnte noch an ein zweifaches Herkommen unserer Schotter denken: ein Teil wäre nahen Ursprunges, der andere (die Quarzschotter) stammen aus einem weit strömenden, von Osten her kommenden Fluß".

HILBER, 1918, S. 197: „Von dem gleichen Grundirrtum geht SÖLCH aus, wenn er unsere pliozänen Schotter für Murschotter hält".

S. 199: „Ausgeschlossen sind dabei allerdings Zuflüsse von anderen Seiten in der Oststeiermark nicht, ja sie sind sogar bei der Verzweigung der Flußsysteme anzunehmen".

WAAGEN, 1934, S. 42: „. . . daß sich aus der Gegend Kumberg ein ungeheurer Schotterkegel gegen Süden und Südwesten ausbreitet, so daß er gegen Süden, in der Gegend der Lassnitzhöhe, die Tiefenlinie Autal-Nestelbach noch wesentlich überschreitet . . ."

WINKLER-HERMADEN, 1957, S. 132: Die Schuttkegel der „Kapfensteiner Phase". „Dort (bei Feldbach) trifft sie mit einer von NW ausstrahlenden Rinne zusammen, welche wahrscheinlich die Fortsetzung eines, von der Gleinalpe über das Gratweiner Becken nach Graz N (Andritz) absteigenden Flußbettes, und eines aus dem oberen Murgebiet an der Westflanke des Schöckels dem Becken zustrebenden darstellt".

S. 134: Mittlere Schotter-(Sand-Tegel-) Serie über dem Sedimentationszyklus der „Kapfensteiner Serie". „. . . die mit Geröllmaterial aus den Kalkalpen, besonders mit Werfener Sandsteinen, versehenen Schotterdecken in der oststeirischen Bucht nach S und SW weiter ausgegriffen haben. Ich fand sie in höheren Teilen der Hügelzüge östlich, nordöstlich und südöstlich von Graz verbreitet, von wo sie sich an dem Wasserscheidenbereich zwischen der Mur und der Raab, von Niederschöckl über Lassnitzhöhe und Nestelbach . . . verfolgen lassen."

Man versucht begreiflicherweise das in den Schottern vorhandene, aber anstehend im Grazer Raum nicht bekannte Material

Erklärung zu Tafel 2.

Abb. 4. Grauweißes Porphyroidgerölle, Gr. 63, Schottergrube GRIESSL, Lassnitzhöhe. Ehemaliger Biotiteinsprengling (3,24 × 2,16 mm), stark ausgebleicht und chloritisiert. Charakteristisch die erhebliche Erzausscheidung (hauptsächlich Leukoxen nach Ilmenit, wenig Magnetit), vornehmlich nach Spaltrissen. Keine Opazitisierung, sondern eine mit der Baueritisierung und Chloritisierung zusammenhängende Erscheinung. Links im Bild: Ein Teil eines größeren, etwas kaolinisierten Albiteinsprenglings (F).

Abb. 5. Antigoritit-Gerölle, Gr. 13, Schottergrube GRIESSL, Lassnitzhöhe, Dünnschliff-Bildausschnitt, x Nicols, größte Individuen bis 0,1 mm. Man sieht die Fächerformen dieser Antigoritindividuen, Durchkreuzungen, Doppelfächer und Bildungen wie in ANGEL, 1929, Fig. 1—4. Die regelmäßige Gitterstruktur, wie sie bei ANGEL, Tafel 1 und bei CHUDOBA, Abb. 181, abgebildet ist, erscheint hier nicht so streng eingehalten, sondern richtungsmäßig aufgelockert.

von irgendwo zu beziehen, wo man es anstehend weiß. So verweist WINKLER-HERMADEN 1957 bezüglich der Grauwackengesteine, der Werfener-Sandsteine und der mesozoischen Kalke auf die nördlichen Kalkalpen (S. 125, 132), bzw. auf die nördliche Grauwackenzone, bezüglich der roten Porphyre schreibt er: „vermutlich aus der nordalpinen Gosau" (S. 132).

Die Angaben von FLÜGEL und MAURIN (1957, 1959) über ein für die Herkunft in Betracht kommendes Mesozoikum (?) bedürfen noch der stratigraphischen Sicherung, würden aber die Diskussion über die Herkunft ändern.

FLÜGEL und MAURIN, 1957, S. 198: „... Gesteinsserie, in der wir Mesozoikum (Trias?) zentralalpiner Ausbildung vermuten."

S. 203: „Eine, einem Teil des vermutlichen Mesozoikums des Weizer Raumes völlig analoge Gesteinsserie findet sich im Raume Köflach-Voitsberg."

FLÜGEL und MAURIN, 1959, Tabelle: „Am Südrand des Grazer Paläozoikums (Köflach, Schöckelunterlage, Raasberg) findet sich stellenweise eine Gesteinsfolge (Kalke, Dolomite, Rauchwacken, Quarzite usw.), die vielleicht in dieser Zeit* abgelagert wurde."

Nach freundlichen Mitteilungen Prof. FLÜGELS, dem ich die Kalkgerölle zeigen konnte, befindet sich keines darunter, das mit dem ihm bekannten neuen fraglichen Mesozoikum zu identifizieren wäre. Es erscheint nur eine Geröllkomponente (Gr. 73) den gelblichen rauchwackigen Liegendkarbonaten etwas ähnlich.

Das Herkunftsproblem der Kalke muß leider offen bleiben, weil es nicht möglich war, diejenigen Kalke, welche auffallend vom paläozoischen Habitus abweichen oder kristallin sind, mit bestimmten jüngeren Kalken zu identifizieren. In Betracht kämen:

1. Die Kalke der Serie von Raas, Oststeiermark. Dort bestehen aber nach obiger Auskunft von Prof. FLÜGEL wenig Aussichten, jetzt noch zugehörig Anstehendes zu finden.
2. Die fraglichen mesozoischen Kalke bei Köflach. Dort fehlt — wie bei Raas — eine eingehende petrographische Bearbeitung zum Vergleich.
3. Das Mesozoikum südlich von Leutschach um Hl. Geist umfaßt: Hauptdolomit, Carditaschichten, Opponitzer Plattenkalke, zellige Rauchwacken (WINKLER, 1933, S. 50, siehe auch BENESCH 1914) und darunter permotriadische rote Sandsteine (Buntsandstein, Werfener, Grödener). Die bei Lassnitzhöhe gefundenen Kalkgerölle passen aber auch dorthin nicht.

* Anmerkung: Mit „dieser Zeit" ist das Mesozoikum gemeint.

Die Kalkgerölle aus den nördlichen Kalkalpen zu beziehen, erscheint problematisch. Die Länge eines solchen Transportweges würde mit der Größe der beobachteten Individuen nicht harmonieren.

Der Orthoklasgranit und eine der kataklastischen Formen (Granit-Mylonit) stellen identische Typen dar, wie sie heute noch im Gleinalpenkern zu finden sind. Es gibt aber auch einen Typus — Kataklastischer Gneisgranit mit Seriziteinschlüssen im sauren Oligoklas, ohne Klinozoisitbeteiligung — welcher in dieser Form aus dem Gleinalpenkern nicht beschrieben worden ist. Am Südrand des Kernes kommen aber abgetrennte, in den Schiefern steckende kleinere granitische Körper vor, von denen man solche Formen herleiten könnte.

Pegmatit-Typen passen sehr gut sowohl zu jenen des inneren Gleinalpenbogens als auch zu den bei Radegund vorkommenden Pegmatiten (Heritsch-Paulitsch 1954), petrographisch sogar zu Pegmatittypen, wie sie Kieslinger (1928) aus der Koralpe beschrieben hat.

Die erste Gruppe der Gneise kann ohneweiteres aus den am Gleinalpenkernrand bekannten migmatischen Gesteinen hergeleitet werden. Ein bezeichnendes Vorkommen für mürbe, feinkörnige Gneise (mit granitisch-granodioritischem Charakter) gibt es am Wirzelberg bei Kumberg, Angel (1924: 55, 279) und ist durch einen kleinen Steinbruch aufgeschlossen.

Hellgefärbte Antigoritite: Von ihnen bestünde die Möglichkeit, sie doch einmal im Kristallinrand um das Grazer Becken aufzufinden, denn dort gibt es viele größere und kleinere Antigorititkörper, welche noch nicht so eingehend bearbeitet worden sind, daß ein Auffinden neuer Varietäten ausgeschlossen wäre. Mit derzeit bekannten anstehenden Antigorititen sind unsere Schottermuster nicht ident.

Quarzporphyre kommen im möglichen nahen Liefergebiet nirgends anstehend vor. Auf eventuelle Herkunftswege wurde schon hingewiesen, Hanselmayer (1958). Nachzutragen wäre, daß im Buntsandstein des Arnfels-Leutschacher Gebietes rote und graue Porphyrgerölle bekannt gemacht worden sind, Winkler-Hermaden (1933).

Herkunft der Porphyroide: Die Untersuchung der Sausaler Porphyroide, Hanselmayer (1961) hat gezeigt, daß unter diesen vergleichbare Gesteinsformen nicht vorhanden sind. Das mir von dort bekannt gewordene Material ist fein verschiefert und durchserizitisiert, außerdem die Einsprenglingsverhältnisse sehr stark verschieden und Porphyrgrundmasse nur noch in bescheidenen

Resten erkennbar. Diese Sausaler Gesteine sind Orthoserizitschiefer geworden und könnten eine Geröllbehandlung, wie sie den Lassnitzhöher Porphyroidgeröllen zugekommen sind, gar nicht überleben. Auch schon rein äußerlich fallen sie für einen Vergleich aus.

Im Porphyroid vom Ritting—Elisenruhe (Brucka. d. Mur), HANSELMAYER (a. a. O.), beträgt das Verhältnis der Quarzeinsprenglinge zu den Feldspateinsprenglingen 20,8:8,0 und ist daher doch wesentlich anders als in den vorliegenden Lassnitzhöher Mustern, in denen Feldspat meist, z. T. sogar bedeutend überwiegt.

Die obersteirischen Grauwacken-Porphyroide haben im allgemeinen, besonders die aus der Eisenerzer Gegend, die für diese Gesteine oft bezeichnende lebhaft (grau-)grüne Farbe, welche unsern Mustern mangelt. Die Serizitisierung und die „Vergrünung“ (ANGEL 1939, S. 290) des Grundgewebes ist viel durchgreifender als in den untersuchten Genölltypen von Lassnitzhöhe.

Außer diesen lebhaft grünen Formen kommen in der Umgebung von Vordernberg beim „Füllerkreuz“ auch weiße oder nahezu weiße Porphyroide mit großen (bis über 1 cm) weißen Feldspateinsprenglingen und rauchiggrauen Quarzeinsprenglingen vor.

HAUSER und METZ erwähnen 1935 auch weiße, hellgraue oder schwach grünliche Serizitporphyroide bei Edling-Trofaiach mit gutem Erhaltungszustand der Einsprenglinge, besonders der Quarze. In diesen Typen treten aber im Gegensatz zu den vom Verfasser beim „Füllerkreuz“ gesammelten Porphyroiden die Feldspate sehr zurück.

In der äußeren Erscheinungsweise, besonders hinsichtlich der Farbe, würden wohl Ähnlichkeiten mit den von STINI (1917, 1927, 1932) beschriebenen Porphyroiden aus der Umgebung von Bruck a. d. Mur bestehen. Aber im mikroskopischen Befund ergeben sich wieder viele Differenzen. Der Zustand der Durchbewegung ist bei den Mustern von STINI stärker, seine Erwähnung von intakten Biotiteinsprenglingen verdient für einen Vergleich Beachtung. Der Mineralbestand ist zwar im wesentlichen derselbe. Insgesamt kann gesagt werden, daß der Beschreibung STINIS nach die Brucker Porphyroide mit den Lassnitzhöher Porphyroidgeröllen nicht ident sind. Aber daraus abzuleiten, daß Porphyroide aus der Brucker Gegend das Material für die bezüglichen Schotterkomponenten des Grazer Beckens nicht geliefert haben, dafür reichen doch die Untersuchungen und Beschreibungen STINIS nicht aus.

Wahrscheinlich kommt kaum eine andere Herkunft in Frage als die von Porphyroiden aus einem Grauwackenzonenaufbruch, der nicht unbedingt zur obersteirischen Grauwackenzone gehören

müßte. Es erscheint möglich, daß eine breitere Untersuchung der heute anstehend vorkommenden steirischen Porphyroide doch vergleichbare Typen zu liefern imstande wäre. Die andere Möglichkeit, daß diese Gesteine früher einmal dem Grazer Raum näher anstehend vorkamen, aber entweder erodiert oder auf tektonischem Wege in Verborgenheit geraten sind, muß ebenfalls in Betracht gezogen werden.

Ein Paraamphibolit ähnlichen Gepräges wie beschrieben, tritt immer wieder in der Gleinalpenschieferhülle auf (Übelbachgraben zwischen Übelbach und Neuhof).

Epidosite kennen wir aus Diabasen, z. B. auf der Platte-Graz (Ostflanke, Janischhofweg) in der Nähe der ehemaligen Magnetitschürfe. Sie könnten auch in den Amphibolitzügen der südlichen Gleinalpenhülle vorkommen, z. B. beim Brendlkreuz.

Glimmerquarzite, Graphitquarzite und Granatquarzite könnten ebenfalls aus der Schieferhülle der Gleinalpe stammen. Der Zementquarzit, Gr. 49 ist nirgends einzuordnen.

Hingegen begegnen die Fragen nach der Herkunft der Lydite und Kieselschiefer kaum Schwierigkeiten. Die nächsten Vorkommen liegen schon auf der Platte-Graz. Das Hornsteinproblem ist offen.

Überhaupt kennen wir permotriadische und jüngere Gesteine im Grazer Becken anstehend nicht einmal in Resten, so daß die Herkunft der spät- bis nachpaläozoischen Gesteine völlig ungewiß erscheint. Schließlich sei auch noch darauf verwiesen, daß es heute noch unbestimmt ist, ob sich unter den Kainacher Gosaugeröllen kalkig-dolomitisches Mesozoikum wird finden lassen. Die älteren Untersuchungen (SCHMIDT 1908, WAAGEN 1937) gaben in dieser Hinsicht keine Anhaltspunkte. Es handelt sich besonders um die Herkunft der den Werfenern so ähnlichen Sandsteine. WINKLER-HERMADEN (1933) erwähnt Buntsandsteine im Possruck, Thunabergrücken, die aber weit weg liegen. Man könnte die Frage aufwerfen, ob es nicht möglich sei, daß solche permotriadischen Gesteine aus dem Bereich nördlich der Mur-Mürz-Furche hergekommen sind. Man könnte aber auch fragen, ob solche Gesteinsfolgen nicht doch auch im weiteren Bereich innerhalb des mittelsteirischen Kristallinrandes einmal vertreten waren und total erodiert wurden, so daß ihre Zeugen nur noch in den Schottern zu finden wären.

Vergleicht man die Bestände aus der Schottergrube GRIESSL in Lassnitzhöhe mit jenen von der Platte-Graz, HANSELMAYER (1959), so ist für beide die Abwesenheit von Eklogiten, Amphi-

boliten, Grünschiefern, Diabasen, Koralpengneisen (Plattengneise, Hirscheggergneise) und aller weicheren Schiefergesteine bezeichnend. Gemeinsam ist beiden ein verhältnismäßig hoher Anteil von Restquarzgeröllen, desgleichen von hellen granitischen und granitverwandten Gesteinen, z. T. im mylonitischen Zustand, von hellen migmatischen Gneisen in Variationen, hochkristallinen Quarziten, mit oder ohne Glimmer und Granat, paläozoischen Quarziten, Lyditen und Phthaniten, von den jüngeren Sedimenten das Vorkommen von basisch-triadischen oder permischen Breschen, Konglomeraten und Sandsteinen, endlich von Hornsteinen. Gemeinsam ist auch der Gehalt an Quarzporphyren. Seit der Veröffentlichung der Schotterstudie des Bereiches Platte-Graz, HANSELMAYER (1959), hat der Verfasser dort nun auch ein Porphyroidgerölle aufgesammelt, über dessen Petrographie in Kürze berichtet werden wird. Folgende besondere Gesteinstypen wurden auf der Platte nicht gefunden: Antigoritit, Paraamphibolit, Epidosit, Zementquarzit, Marmore, paläozoische und jüngere Kalke.

So gibt es in diesen pannonischen Schotterkomplexen doch auch bezeichnende Unterschiede.

VIII. Literatur

ANGEL, F., 1924: Gesteine der Steiermark. Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark, 60: 1—302.

— 1929: Stubachit und Stubachitserpentin vom Ganoz (bei Kals in Osttirol). Ztschr. Kristallographie, 72: 1—41.

— 1939: Unser Erzberg. Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark, 75: 227—321.

BENESCH, F., 1914: Die mesozoischen Inseln am Poßruck. Mitt. Geol. Ges. Wien, 173—194.

CALLEUX, A., 1952: Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Palaeoklimatologie. Geol. Rundschau, 40: 5—13.

FLÜGEL und MAURIN, 1957: Triasverdächtige Gesteine am Südrand des Grazer Paläozoikums. Karinthin, 34/35: 198—206.

— 1959: Geologische Wanderungen im Weizer Bergland. Weiz, Geschichte und Landschaft in Einzeldarstellungen. 1—51.

HAUSER, A.: Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks: Die Lehme und Tone Steiermarks. I: 1952, 1—39. II: 1954, 1—68. Techn. Hochschule Graz.

HAUSER und METZ, 1935: Serizitporphyroide von Edling bei Trofaiach. Verh. Geol. B. A. Wien, 138—141.

HANSELMAYER, J., 1959: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XI. Petrographie der Gerölle aus den pannonischen Schottern von Lassnitzhöhe, speziell Grube GRIESSL. S. B. Akad. Wiss. Wien, Mathem. naturw. Kl. I. 168: 789—838. Mit weiteren Literaturangaben.

HANSELMAYER, J., 1958: Petrographie und Chemismus der violetten Diabastuffe vom Florianiberg (Graz-Straßgang). Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark, 88: 104—120.

— 1960: Petrographie und Chemismus der grünen Diabastuffe vom Plabutsch-Bergzug (Graz). Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark, 90: 25—40.

— 1961: Porphyroidische Serizitschiefer vom Mandlkogel im Sausal, Steiermark. Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark, 91: Im Druck.

HERITSCH und PAULITSCH, 1954: Über einen Schriftgranit von Radegund bei Graz. TMPM, 4: 18—27.

HILBER, V., 1893: Das Tertiärgebiet um Graz, Köflach und Gleisdorf. Jb. Geol. R. A. XLIII: 281—368.

— 1918: Baustufen, Paläolithicum- und Löß-Stellung. Mitt. Geol. Ges. Wien, 1919: 193—230.

KIESLINGER, A., 1928: Geologie und Petrographie der Koralpe VI. Die Pegmatite. S. B. Akad. Wiss. Wien, Mathem.-naturw. Kl. I. 137: 123 bis 142.

LEITERITZ, H., 1957: Oberdevonkonglomerat am Nordwestrand des Sächsischen Granulitgebirges. D. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Chemie etc. Abh. Geotektonik, 15: 1—95.

LÜTTIG, G., 1956: Eine neue geröllmorphometrische Methode. Eiszeit u. Gegenwart, 7: 13—20.

RICHTER, K., 1952: Klimatische Gliederung von Terrassenschottern. Zeitschr. D. Geol. Ges. 104: 427—428.

— 1953: Geröllmorphometrische und Einregelungsstudien in den pleistozänen Sedimenten der paläolithischen Fundstelle Salzgitter-Lebensstadt. Eiszeit u. Gegenwart, 4/5: 10—17.

STINI, J., 1917: Porphyrabkömmlinge aus der Umgebung Bruck a. d. Mur. Centralbl. f. Min. etc. 19/20: 407—414.

— 1932: Kartenblatt Bruck a. d. Mur-Leoben, Zone 16, Kol XII der österr. Spezialkarte 1:75.000 Geol. B. A. Wien.

WAAGEN, L., 1934: Aufnahmsbericht über das Kartenblatt Graz (5155). Verh. Geol. B. A. 42—45.

— 1937: Paläozoikum, Kreide und Tertiär im Bereich des Kartenblattes Köflach und Voitsberg. Jb. Geol. B. A. Wien, 87: 311—329.

WINKLER-HERMADEN, 1933: Das vortertiäre Grundgebirge im österreichischen Anteil des Poßruckgebirges in Südsteiermark. Jb. Geol. B. A. Wien, 83: 19—73.

— 1957: Geologisches Kräftespiel und Landformung. Springer, Wien, 1—822.

ZINGG, TH., 1935: Beitrag zur Schotteranalyse. Schweizer Min. Petrogr. Mitt. 5.

Ich danke der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien ergebenst für eine Subvention zur Deckung der Dünnschliff- und Photomaterialkosten. Von den vorgesehenen Schotterbearbeitungen wird hiemit diese Studie als vierte vorgelegt.

Anschrift des Verfassers: Dr. J. HANSELMAYER, Graz, Rechbauerstrasse 54